

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-17356  
(P2003-17356A)

(43) 公開日 平成15年1月17日 (2003.1.17)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
H 0 1 G 4/12	3 5 8	H 0 1 G 4/12	3 5 8 4 F 1 0 0
	3 6 4		3 6 4 5 E 0 0 1
B 3 2 B 7/02	1 0 4	B 3 2 B 7/02	1 0 4 5 E 0 8 2
H 0 1 G 4/30	3 0 1	H 0 1 G 4/30	3 0 1 E

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-197119 (P2001-197119)

(22) 出願日 平成13年6月28日 (2001.6.28)

(71) 出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72) 発明者 岩井田 智広

鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

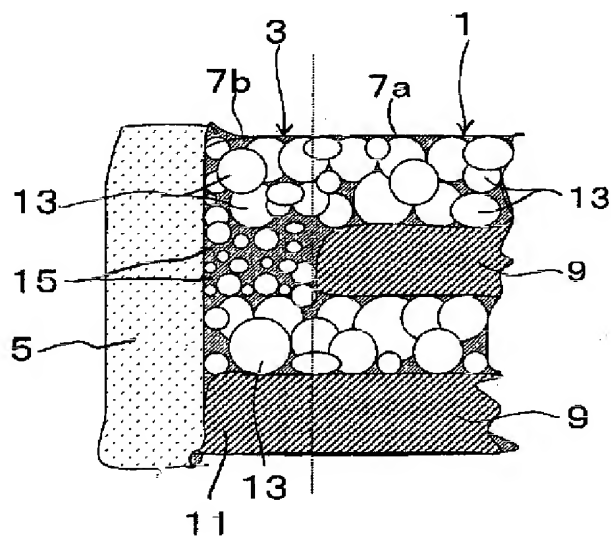
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 積層型電子部品およびその製法

(57) 【要約】

【課題】誘電体磁器層を薄層化して積層数を増加した場合にも、内部電極層の厚みによる段差を無くすることができるとともに、クラックやデラミネーションの発生を抑制できる積層型電子部品およびその製法を提供する。

【解決手段】内部電極層9と内部電極層延設部11が実質的に段差のない同一平面を形成するとともに、非容量部3の誘電体磁器層7bを容量部1の誘電体磁器層7aよりも高い焼結性を有する磁器で構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】誘電体磁器層と内部電極層とを交互に積層してなる容量部の側面に、前記内部電極層が延設して形成された内部電極層延設部と誘電体磁器層とからなる非容量部を一体に形成するとともに、該非容量部に前記内部電極層延設部と交互に接続する一対の外部電極を設けてなる積層型電子部品であって、前記内部電極層と前記内部電極層延設部が実質的に段差のない同一平面を形成するとともに、前記非容量部の誘電体磁器層を前記容量部の誘電体磁器層よりも高い焼結性を有する磁器で構成したことを特徴とする積層型電子部品。

【請求項2】容量部の誘電体磁器層および非容量部の誘電体磁器層が誘電体粒子とガラス相とからなるとともに、前記非容量部の誘電体磁器層に含まれるガラス量が、前記容量部の誘電体磁器層に含まれるガラス量よりも多いことを特徴とする請求項1に記載の積層型電子部品。

【請求項3】非容量部の誘電体磁器層を構成する誘電体粒子の平均粒径が、容量部の誘電体磁器層を構成する誘電体粒子の平均粒径よりも小さいことを特徴とする請求項1または2に記載の積層型電子部品。

【請求項4】誘電体粉末を含有する誘電体グリーンシートの主面上に内部電極用ペーストを印刷して内部電極パターンを所定間隔をおいて複数形成する工程と、該内部電極パターン間に、少なくとも誘電体粉末とガラス粉末を含み、前記誘電体グリーンシートよりも焼結性が高い材料からなる誘電体ペーストを印刷し、前記内部電極パターンと実質的に同一厚みの誘電体パターンを形成する工程と、前記内部電極パターンおよび前記誘電体パターンが形成された誘電体グリーンシートを複数積層する工程とを備えることを特徴とする積層型電子部品の製法。

【請求項5】誘電体パターンに含まれるガラス粉末の軟化点が、誘電体グリーンシートに含まれるガラス粉末の軟化点よりも低いことを特徴とする請求項4に記載の積層型電子部品の製法。

【請求項6】誘電体ペーストに含まれる誘電体粉末の平均粒径が、誘電体グリーンシートに含まれる誘電体粉末の平均粒径よりも小さいことを特徴とする請求項4または5に記載の積層型電子部品の製法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、積層型電子部品およびその製法に関し、特に、配線基板や積層セラミックコンデンサのように誘電体磁器層および内部電極層が薄層多層化された積層型電子部品およびその製法に関するものである。

## 【0002】

【従来技術】近年、電子機器の小型化、高密度実装化に

伴い、この電子機器の中に実装される積層型電子部品は、薄型化、高寸法精度が要求されており、例えば、積層セラミックコンデンサでは小型高容量化が求められ、このため誘電体磁器層や内部電極層の薄層化および多層化が進められている。

【0003】このような積層型電子部品では、誘電体磁器層の薄層化および多層化に伴い、誘電体磁器層間に形成された内部電極層の厚みが大きく影響するようになり、内部電極層が形成されている部分と形成されていない部分との間で内部電極層の厚みによる段差が累積し、内部電極層の無い周囲の誘電体磁器層同士の密着が弱くなり、デラミネーションやクラックが発生しやすくなる。このため誘電体磁器層上の段差を無くす工夫が図られている。

【0004】このような積層型電子部品として、例えば、特開2000-311831号公報に開示されるようなものが知られている。この公報に開示された積層セラミックコンデンサでは、誘電体グリーンシートの主面に形成された内部電極パターンの周囲に、この誘電体グリーンシート中の誘電体粉末と同一組成からなる誘電体粉末を含む誘電体パターンが、内部電極パターンに隣接して形成されている。

【0005】このような製法によれば、内部電極層の厚みによる段差を実質的に無くすることができるため、内部電極層の厚みの影響を受けない状態で、誘電体磁器層を積層することができる。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した特開2000-311831号公報に開示される積層型電子部品では、内部電極層に起因する段差を無くすために形成される誘電体パターンが、誘電体グリーンシートと同一組成の材料により形成されることから、誘電体パターンの厚み方向の焼成収縮率が内部電極層の厚み方向の焼成収縮率よりも小さいために、誘電体磁器層と内部電極層との界面の接合強度が弱くなり、内部電極層の周辺にデラミネーションが発生するという問題があった。

【0007】また、誘電体磁器層と内部電極層との界面の接合強度が弱いことから、積層型電子部品の内部電極層の周辺や端部に、半田付けや熱衝撃試験時にクラックが発生するという問題があった。

【0008】このような誘電体磁器層と内部電極層との焼成収縮差によるデラミネーションやクラックは、誘電体磁器層を薄くすればするほど発生しやすく、特に、3 $\mu$ m以下となれば発生しやすいという問題があった。

【0009】従って、本発明は、誘電体磁器層を薄層化して積層数を増加した場合にも、内部電極層の厚みによる段差を無くすることができるとともに、クラックやデラミネーションの発生を抑制できる積層型電子部品およびその製法を提供することを目的とする。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明の積層型電子部品は、誘電体磁器層と内部電極層とを交互に積層してなる容量部の側面に、前記内部電極層が延設して形成された内部電極層延設部と誘電体磁器層とからなる非容量部を一体に形成するとともに、該非容量部に前記内部電極層延設部と交互に接続する一対の外部電極を設けてなる積層型電子部品であって、前記内部電極層と前記内部電極層延設部が実質的に段差のない同一平面を形成するとともに、前記非容量部の誘電体磁器層を前記容量部の誘電体磁器層よりも高い焼結性を有する磁器で構成したことを特徴とする。

【0011】このような構成によれば、非容量部における内部電極層延設部に起因する段差を無くすることができ、また、容量部に比較して非容量部の焼結性が高いことから、非容量部の密度ならびに機械的強度が高まり、内部電極層周辺のデラミネーションやクラックを防止できる。

【0012】上記積層型電子部品では、容量部および非容量部の誘電体磁器層が誘電体粒子とガラス相とからなるとともに、前記非容量部の誘電体磁器層に含まれるガラス量が、前記容量部の誘電体磁器層に含まれるガラス量よりも多いことが望ましい。

【0013】このように容量部および非容量部を構成する誘電体磁器層の誘電体粒子間に、ともにガラスが存在することにより、誘電特性に影響することなしに容量部および非容量部を構成する誘電体磁器層の焼結性を制御でき、特に、容量部に比較して非容量部のガラス量を多くすることにより、この非容量部の焼結性を高めることができる。

【0014】上記積層型電子部品では、非容量部の誘電体磁器層を構成する誘電体粒子の平均粒径が、容量部の誘電体磁器層を構成する誘電体粒子の平均粒径よりも小さいことが望ましい。

【0015】このように非容量部を構成する誘電体磁器層の誘電体粒子の平均粒径を容量部を構成する誘電体磁器層の誘電体粒子の平均粒径に比較して小さくすることにより、非容量部の焼結性ならびに機械的強度をさらに高め、クラックを防止できる。

【0016】本発明の積層型電子部品の製法では、誘電体粉末を含有する誘電体グリーンシートの主面上に内部電極用ペーストを印刷して内部電極パターンを所定間隔をおいて複数形成する工程と、該内部電極パターン間に、少なくとも誘電体粉末とガラス粉末を含み、前記誘電体グリーンシートよりも焼結性が高い材料からなる誘電体ペーストを印刷し、前記内部電極パターンと実質的に同一厚みの誘電体パターンを形成する工程と、前記内部電極パターンおよび前記誘電体パターンが形成された誘電体グリーンシートを複数積層する工程とを備えることを特徴とする。

【0017】このような構成によれば、内部電極パターン間に誘電体パターンを形成することにより内部電極パターンに起因した段差を容易に無くすることができ、さらに、誘電体グリーンシートを複数積層しても上記の誘電体グリーンシートが内部電極パターン間に落ち込むことを抑制でき、このことにより積層型電子部品の変形を防止できる。

【0018】また、誘電体パターンの焼結性が高いことから、非容量部における誘電体磁器層と内部電極層との接合強度を容易に高めることができ、デラミネーションやクラックを防止できる。

【0019】上記積層型電子部品の製法では、誘電体パターンに含まれるガラス粉末の軟化点が、誘電体グリーンシートに含まれるガラス粉末の軟化点よりも低いことにより、容易に非容量部の焼成収縮率を高め、緻密化を促進できる。

【0020】上記積層型電子部品の製法では、誘電体ペーストに含まれる誘電体粉末の平均粒径を、誘電体グリーンシートに含まれる誘電体粉末の平均粒径よりも小さくすることにより、容易に非容量部の焼成収縮率を高め、緻密化を促進でき、容量部を構成する誘電体磁器層に比較して、非容量部を構成する誘電体磁器層の焼結性ならびに機械的強度をさらに高め、クラックを防止できる。

## 【0021】

【発明の実施の形態】（構造）本発明の積層型電子部品は、例えば、図1に示すような積層セラミックコンデンサに適用される。

【0022】本発明の積層セラミックコンデンサは、誘電特性を発現する容量部1の両側面に、誘電特性を発現しない非容量部3が一体的に形成され、さらに、これらの非容量部3の露出する端部にそれぞれ一対の外部電極5が設けられている。

【0023】容量部1は誘電体磁器層7aと内部電極層9とが交互に積層され構成されている。

【0024】一方、非容量部3は、容量部1の内部に形成された内部電極層9が延設して形成された内部電極層延設部11と誘電体磁器層7bとから構成され、容量部1に形成された内部電極層9と、非容量部3に形成された内部電極層延設部11とは段差のない状態で同一平面上に形成されている。

【0025】言い換えれば、内部電極層9は、1層毎に、内部電極層延設部11を介して外部電極5に接続され、外部電極5と接続されない内部電極9の外部電極5側には、内部電極層9とほぼ同一厚みの誘電体磁器層7bが形成されている。

【0026】そして、容量部1を構成する誘電体磁器層7aの厚みは、積層型電子部品の小型高容量化のため薄層多層化という理由から、3 $\mu$ m以下とされており、高容量および高誘電性という理由から誘電体磁器層7aの

厚みは1.5～3  $\mu\text{m}$ が望ましい。

【0027】一方、非容量部3を構成する誘電体磁器層7bの厚みは、前述のように、容量部1を構成する内部電極層9と誘電体磁器層7aとの界面での接合を高めるとともに、内部電極層延設部11が内部電極層9と同一平面になるような状態を妨げない程度に、容量部1側よりも薄く形成されていることが好ましい。

【0028】また、非容量部3の幅Wは、容量部1を構成する内部電極層9の有効面積を大きくし静電容量を高めるとい理由から、100  $\mu\text{m}$ 以下が望ましく、また、耐湿信頼性を高めるとい理由から、非容量部3の幅は50～100  $\mu\text{m}$ の範囲であることが望ましい。

【0029】また、容量部1を形成している誘電体磁器層7aは、図2に示すように、例えば、チタン酸バリウム等の誘電体粒子13とガラス相15との混相により構成されるが、特に、内部電極層9として卑金属を用いる場合には、還元雰囲気中で焼成する必要があることから、耐還元性の材料を用いる必要がある。

【0030】一方、非容量部3を形成している誘電体磁器層7bもまた、容量部1と同様、チタン酸バリウム等の誘電体粒子13とガラス相15との混相により構成され、容量部1と非容量部3との焼成収縮開始温度を近づかせ、容量部1の誘電特性に影響を与えないようにほぼ同じ相で構成されていることが望ましい。

【0031】ここで、非容量部3の誘電体磁器層7bの焼結性は容量部1の焼結性よりも高いことが重要であり、このため非容量部3のガラス量は容量部1のガラス量よりも多いことが望ましい。

【0032】また、容量部1を構成する誘電体磁器層7aの誘電体粒子13の平均粒径は0.2  $\mu\text{m}$ 以上であることが望ましく、積層数200層以上の高積層セラミックコンデンサでは、誘電体粒子13で構成されている容量部1の誘電体磁器層7aを薄層化しても比誘電率および絶縁抵抗を高く維持するという理由から0.3～0.8  $\mu\text{m}$ であることが望ましい。

【0033】一方、非容量部3の誘電体磁器層7bを構成する誘電体粒子13の平均粒径は、高強度を要するという理由から容量部1の誘電体磁器層7aを構成する誘電体粒子13よりも平均粒径の小さな誘電体粒子13により構成され、0.45  $\mu\text{m}$ 以下が望ましく、特に、0.1～0.45  $\mu\text{m}$ であることが望ましい。

【0034】また、容量部1を構成している誘電体磁器層7aに含まれるガラス相15は、アルカリ金属酸化物を含み、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{CaO}$ 、および $\text{BaO}$ 等を主体とした非晶質相から構成されており、これらのガラス相15は、誘電体粒子13間に存在し、一部、誘電体粒子13との間で $\text{BaSiO}$ 系等の化合物が形成されている。

【0035】一方、非容量部3を構成している誘電体磁器層7bもまた容量部1と同様のガラス相15が含まれており、このガラス相15のために非容量部3の密度が

高まり、機械的強度の向上を図ることができる。

【0036】また、容量部1を構成する誘電体磁器層7aに含まれるガラス相15の量は、0.2～5重量%が望ましく、特に、誘電体磁器層7aと内部電極層9との収縮率を一致させるという理由から0.9～2.6重量%が望ましい。

【0037】一方、非容量部3を構成する誘電体磁器層7bに含まれるガラス量は容量部1を構成する誘電体磁器層7aに含まれるガラス量よりも多いことが誘電体磁器層7bの焼結性を高めるとい理由から望ましく、そのガラス量は0.8～25重量%、特に、2.7～14.1重量%がより望ましい。

【0038】そして、容量部1のガラス相含有量 $G_{c1}$ 、非容量部3のガラス相含有量を $G_{c2}$ としたとき、 $G_{c1}/G_{c2}$ の重量比は0.03～0.9の範囲が望ましい。

【0039】一方、内部電極層9は導電性ペーストの膜を焼結させた金属膜からなり、導電性ペーストとしては、例えば、 $\text{Ni}$ 、 $\text{Co}$ 、 $\text{Cu}$ 等の卑金属が使用されている。また、内部電極層9は、このように卑金属を主相とし、概略矩形状の導体膜であり、上から第1層目、第3層目、第5層目・・・の奇数層の内部電極層9は、内部電極層延設部11に接続され、その内部電極層延設部11の一端が非容量部3の一方端面に露出しており、上から第2層目、第4層目、第6層目・・・の内部電極層9は、他方側の内部電極層延設部11に接続され、その内部電極層延設部11の一端が非容量部3の他方端面に露出している。尚、外部電極5と内部電極層9は必ずしも同一材料から構成される必要はない。

【0040】一方、内部電極層9の厚みは2  $\mu\text{m}$ 以下が望ましく、この内部電極層9に含まれる金属量の低減が図れるとともに、十分な有効面積を確保するという理由から、特に、0.5～1.5  $\mu\text{m}$ であることが望ましい。

【0041】そして、容量部1を構成する誘電体磁器層7aと内部電極層9との厚み比は、容量部1を構成する誘電体磁器層7aの厚みを $t_1$ 、内部電極層9の厚みを $t_2$ とした時、 $t_2/t_1 > 0.2$ 、且つ $t_2 < 2 \mu\text{m}$ である場合に、本発明の非容量部3を構成する誘電体磁器層7bが好適に適用され、さらには、内部電極層9の過剰厚みによるデラミネーション等を抑制するために、厚み比 $t_2/t_1$ は、0.2～0.75であることが望ましい。

【0042】また、誘電体磁器層7a上に形成された内部電極層9の端面は、誘電体磁器層7aに対して鋭角をもつ傾斜面となるように形成され、この内部電極層9の周縁部に非容量部3の誘電体磁器層7bが重なるように形成されても良い。

【0043】また、本発明の積層型電子部品の積層数は、その積層型電子部品を構成する誘電体磁器層7a、

7bが薄層多層化され、この誘電体磁器層7a、7b上で、内部電極層9が形成されている部分と形成されていない部分との間で内部電極層9の厚みによる段差が累積されても、内部電極層9の無い周囲の誘電体磁器層7a、7b同士の密着力を高め、デラミネーションやクラックを抑えられるという理由から、積層型電子部品の小型高容量化に対してその積層数は100層以上が望ましい。

【0044】(製法)次に、本発明の、積層セラミックコンデンサの製法について、図3をもとに説明する。

【0045】図3(a)に示すように、誘電体磁器層7aとなる厚さ1.5~4 $\mu$ mの誘電体グリーンシート21をスリップキャスト法を用いて作製する。スリップキャスト法の具体的な方法としては、引き上げ法、ドクターブレード法、リバースロールコーター法、グラビアコータ法、スクリーン印刷法、グラビア印刷法およびダイコーター法を用いることができる。

【0046】そして、この誘電体グリーンシート21の厚みは、小型、大容量化および高絶縁性という理由から2.5~4 $\mu$ mであることが望ましい。

【0047】誘電体材料としては、具体的には、BaTiO<sub>3</sub>-MnO-MgO-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等のセラミック粉末が耐還元性を有するという理由から使用されており、さらに、この誘電体粉末に焼結助剤としてガラス粉末が添加されている。

【0048】そして、この誘電体グリーンシート21に用いる誘電体粉末の平均粒径は、誘電体グリーンシート21の薄層化という理由から1.5 $\mu$ m以下が望ましく、また、高誘電性、高誘電性という理由から0.1~0.9 $\mu$ mが望ましい。

【0049】誘電体グリーンシート21に誘電体粉末とともに添加するガラス粉末はアルカリ金属酸化物を含むSiO-CaO-BaO系のガラスが誘電特性への影響を抑制するとともに、焼成収縮率を大きくし、密度を高めるという理由から好適に用いられる。

【0050】また、誘電体グリーンシート21に含まれるガラス粉末量は、誘電体グリーンシート21の焼結性を高めるとともに、誘電特性を高めるという理由から、誘電体粉末に対して、0.5~5重量%が望ましく、特に、誘電体磁器層7aの密度、機械的強度、および誘電特性を高めるという理由から1~3重量%がより望ましい。

【0051】そして、誘電体グリーンシート21に用いるガラス粉末の平均粒径は、誘電体グリーンシート21の高焼結、高密度化という理由から1.5 $\mu$ m以下が望ましく、また、高誘電性、高誘電性という理由から0.1~0.9 $\mu$ mが望ましい。

【0052】また、誘電体粉末の主原料であるBaTiO<sub>3</sub>粉末の合成法は、固相法、液相法(硫酸塩を経過する方法等)、水熱合成法があるが、そのうち粒度分布が

狭く、結晶性が高いという理由から水熱合成法が望ましい。そして、BaTiO<sub>3</sub>粉末の平均比表面積は1.1~10m<sup>2</sup>/gが好ましい。

【0053】次に、図3(b)に示すように、この誘電体グリーンシート21の表面に、導電性ペーストを用いて、スクリーン印刷法、グラビア印刷、オフセット印刷法等の周知の印刷方法により内部電極パターン23を形成する。その厚みは、コンデンサの小型、高信頼性化という点から2 $\mu$ m以下、特に1.5 $\mu$ m以下であることが望ましい。

【0054】この導電性ペーストは、金属粒子と、脂肪族炭化水素と高級アルコールとの混合物からなる有機溶剤と、この有機溶剤に対して可溶性のエチルセルロースからなる有機粘結剤と、該有機溶剤に難溶解性のエポキシ樹脂からなる有機粘結剤とを含有するものである。

【0055】導電性ペースト中に含まれる金属粒子としては、平均粒径0.05~0.5 $\mu$ mの単金属粒子が用いられる。単金属としては、Ni、Co、Cuがあり、金属の焼成温度が一般の誘電体の焼成温度と一致する点、およびコストが安いという点からNiが望ましい。

【0056】単金属粒子の平均粒径は、金属粉末の分散性の向上と焼成時の金属肥大化を防止するために、0.1~0.5 $\mu$ mの範囲が望ましい。そして、緻密で表面平滑な金属膜を形成するという理由から単金属の平均粒径は0.15~0.4 $\mu$ mが望ましい。

【0057】また、導電性ペーストには、固形分として、金属粉末以外に、内部電極パターン23の焼結性を抑えるために微細な誘電体粉末を混合して用いることが好ましく、内部電極層9の均一な粒子径の形成と、平滑性を向上させるために、誘電体粉末の粒径は0.05~0.3 $\mu$ mが望ましい。

【0058】また、導電性ペーストに含有されているエポキシ樹脂は、共に含有されているエチルセルロースに対して、0.05~1.5重量%が望ましい。

【0059】次に、図3(c)に示すように、誘電体グリーンシート21の表面に形成された内部電極パターン23間に誘電体ペーストを塗布することにより誘電体パターン25を形成する。この誘電体ペーストはスクリーン印刷法、グラビア印刷法、オフセット印刷法、インキジェット法、凸版印刷等の周知の方法により形成できる。尚、この誘電体パターン25の厚みは、内部電極パターン23厚みに相当する厚みに形成される。

【0060】また、この誘電体パターン25を形成するための誘電体ペーストは、例えば、誘電体グリーンシート21と誘電体パターン25とが一体化し、焼結性を高めるために、ガラス粉末量を多く含んでいることが望ましい。

【0061】この誘電体ペーストに含まれる誘電体粉末の平均粒径は、通常、誘電体グリーンシート21に用いる誘電体粉末と同等の平均粒径であってもよいが、望ま

しくは、誘電体グリーンシート21に用いた誘電体粉末よりも小さく、 $1\mu\text{m}$ 以下が望ましく、誘電体磁器層7や内部電極層9との関係で焼成収縮率の制御が容易となり、異常粒成長が無く機械的強度が高くなるという理由から、特に、平均粒子径は $0.05\sim 0.7\mu\text{m}$ が望ましい。

【0062】誘電体パターン25に誘電体粉末とともに添加するガラス粉末は、焼成収縮を一致させるとともに高密度を達成するという理由から誘電体グリーンシート21と同様の $\text{SiO}-\text{CaO}-\text{BaO}$ 系にアルカリ金属酸化物を添加したガラス粉末が好適に用いられる。そして、このガラス粉末の軟化点はアルカリ金属酸化物の量により変更できる。

【0063】また、誘電体ペーストに用いられるガラス粉末量は、非容量部3の誘電体磁器層7bの焼結性を高め、機械的強度を高めるという理由から、誘電体粉末に対して、 $1\sim 25$ 重量%添加することがクラックやデラミネーションを抑えるために望ましく、特に、耐熱衝撃性をたかめるという理由から $3\sim 15$ 重量%が望ましい。

【0064】そして、誘電体ペーストに用いるガラス粉末の平均粒径は、誘電体グリーンシート21に用いているガラス粉末に比較して高焼結、高密度化という理由から $1.5\mu\text{m}$ 以下が望ましく、また、非容量部3の高強度という理由から $0.07\sim 0.7\mu\text{m}$ が望ましい。

【0065】さらに、この誘電体ペーストに用いるガラス粉末の軟化点は、誘電体グリーンシート21に用いるガラス粉末の軟化点よりも低い方が望ましく、非容量部3の誘電体磁器層7bが容量部1の誘電体磁器層7aよりも大きく収縮し、高密度、高強度となり、デラミネーションやクラックを抑制できる。

【0066】誘電体ペーストは、この誘電体グリーンシート21に用いているアルカリ金属酸化物を含む誘電体粉末、 $\text{SiO}-\text{CaO}-\text{BaO}$ 系ガラス粉末、脂肪族炭化水素と高級アルコールとの混合物からなる有機溶剤と、該有機溶剤に対して可溶性のエチルセルロースからなる有機粘結剤と、該有機溶剤に難溶解性のエポキシ樹脂からなる有機粘結剤とを含有するものである。

【0067】また、誘電体ペーストを内部電極パターン23の周辺部に塗布し、誘電体グリーンシート21を上面に形成するか、あるいは誘電体グリーンシート21上の内部電極パターン23の周辺に転写しても良い。

【0068】次に、図3(d)に示すように、導電性ペーストが塗布された誘電体グリーンシート21を複数枚積層し、温度 $25\sim 80^\circ\text{C}$ 、圧力 $0.1\sim 10\text{MPa}$ で、第1回目の積層を行い、仮積層成形体を形成する。この時、積層された誘電体グリーンシート21は完全に密着されていない状態であり、次の第2回目の積層時に十分な脱気ができるだけの隙間が残される。これは、エポキシ樹脂が高いガラス転移点 $T_g$  ( $120^\circ\text{C}$ )を有す

るため、 $25\sim 80^\circ\text{C}$ での加熱加圧時には可塑化しないためである。

【0069】次に、この仮積層成形体を温度 $90\sim 130^\circ\text{C}$ 、圧力 $10\sim 100\text{MPa}$ で第2回目の積層プレスを行い、完全に密着させて積層成形体を得る。

【0070】本発明の積層成形体では、内部電極パターン23を形成した誘電体グリーンシート21の一方主面に、この内部電極パターン23とともに誘電体パターン25を形成しているため、積層プレス時に加熱加圧による誘電体グリーンシート21や内部電極パターン23の変形が生じることが無く積層成形体を形成することができる。

【0071】次に、この積層成形体を格子状に切断して、電子部品本体成形体を得る。この成形体の両端面には、内部電極層9および内部電極層延設部11となる内部電極パターン23の一端が交互に露出している。

【0072】この電子部品本体成形体は、上記方法に限定されるものではなく、薄層化した誘電体グリーンシート21と内部電極パターン23とを交互に積層した成形体を作製できるものであればスラリーディップ等のような方法でも良い。

【0073】次に、この電子部品本体成形体を大気中で $250\sim 300^\circ\text{C}$ または酸素分圧 $0.1\sim 1\text{Pa}$ の低酸素雰囲気中 $500\sim 800^\circ\text{C}$ で脱バイした後、非酸化性雰囲気中で $1200\sim 1300^\circ\text{C}$ で2～3時間焼成する。さらに、所望により、酸素分圧が $0.1\sim 10^{-4}\text{Pa}$ 程度の低酸素分圧下、 $900\sim 1100^\circ\text{C}$ で5～15時間再酸化処理を施すことにより還元された電子部品本体が酸化され、高い静電容量と誘電特性を有する電子部品本体を得ることができる。

【0074】最後に、得られた電子部品本体に対し、各端面にCuペーストを塗布し、Ni/Snメッキを施し、内部電極層延設部11と電気的に接続された外部電極5を形成して積層セラミックコンデンサを作製する。

【0075】(作用) 以上のように、誘電体磁器層7aと、内部電極層9とを交互に積層してなる容量部1の側面に、この内部電極層9が延設して形成された内部電極層延設部11と誘電体磁器層7bとからなる非容量部3を一体に形成し、容量部1の内部電極層9と非容量部3の内部電極層延設部11が実質的に段差のない同一平面を形成するとともに、この非容量部3の誘電体磁器層7bを容量部1の誘電体磁器層7aよりも高い焼結性を有する磁器で構成したことにより、非容量部3における内部電極層延設部11に起因する段差を無くすることができ、また、容量部1に比較して、非容量部3の焼結性が高いことから、誘電体磁器層7bと内部電極層延設部11との界面近傍の機械的強度が高くなり、内部電極層周辺のデラミネーションやクラックを防止できる。

【0076】

【実施例】セラミック積層体の一つである積層セラミッ



クコンデンサを以下のように作製した。

【0077】誘電体グリーンシートは、 $\text{BaTiO}_3$  9.5モル%と  $\text{MnO}$  0.5モル%とからなる組成物 100モル%に対して、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ を0.5モル%と  $\text{MgO}$ を0.5モル%添加し、さらに、表1に示す軟化点、添加量のガラス粉末を含む組成の誘電体セラミックスラリーを、ダイコーター法を用いてポリエステルより成る帯状のキャリアフィルム上に厚み  $3\mu\text{m}$  の誘電体グリーンシートを成膜した。尚、誘電体粉末の平均粒径は、含有量の多い  $\text{BaTiO}_3$  粉末に支配されるため、 $\text{BaTiO}_3$  の平均粒径とした。

【0078】ここで、誘電体グリーンシートに用いる誘電体粉末の平均粒径は約  $0.4\mu\text{m}$ 、また、ガラス粉末の平均粒径は約  $0.7\mu\text{m}$ 、軟化点は  $680^\circ\text{C}$  のものを用いて、表1に示す量を添加して誘電体グリーンシートを作製した。

【0079】導電性ペーストは、平均粒径約  $0.2\mu\text{m}$  の  $\text{Ni}$  粉末45重量%に対し、エチルセルロース5.5重量%と石油系アルコール94.5重量%からなるビヒクル5.5重量%とを3本ロールで混練して調製した。

【0080】誘電体パターン用の誘電体ペーストは、上記の誘電体セラミックスラリーの一部を  $\text{BaTiO}_3$  の平均粒径が表1に示す平均粒径になるまで粉碎し、導電ペーストと同様にペースト化して調製した。

【0081】ガラス粉末は、上記した成分を含有し、表1に示す軟化点を有するガラス粉末を用い、誘電体粉末100重量部に対し、表1に示す量を添加した。ガラス粉末の平均粒径はおおよそ  $0.5\mu\text{m}$  とした。

【0082】次に、図3(b)に示すように、得られた誘電体グリーンシートの主面上に、スクリーン印刷装置を用いて、上記した導電性ペーストを内部電極パターン状に印刷し、乾燥させた。

【0083】さらに、図3(c)に示すように、誘電体グリーンシート上に形成された内部電極パターンの周辺にスクリーン印刷により誘電体ペーストを印刷、乾燥させ、内部電極パターンとともに誘電体パターンが塗布形成された誘電体グリーンシートを作製した。

【0084】次に、図3(d)に示すように、誘電体グリーンシートを200層積層し、さらにその上下層に誘電層となる内部電極パターンおよび誘電体パターンが形成されていない誘電体グリーンシートを各10枚積層し、仮積層成形体を形成した。

【0085】この条件で作製した仮積層成形体は、誘電体グリーンシートが完全に密着されていない状態であり、次の第2回目の積層プレス時に充分な脱気ができるだけの隙間を残していた。

【0086】次に、この仮積層成形体を温度  $100^\circ\text{C}$ 、圧力  $20\text{MPa}$  で第2回目の積層プレスを行い、内部電極パターンを塗布した誘電体グリーンシートおよびその上下の誘電体グリーンシートと同一材料からなる誘電体

グリーンシートを積層して完全に密着させて積層成形体を得た。

【0087】本発明の積層型電子部品となる積層成形体は、内部電極パターンを形成した誘電体グリーンシートの一方主面に、この内部電極パターンとともに誘電体パターンを形成しているため、この積層プレス工程において、加熱加圧による誘電体グリーンシートや内部電極パターンの変形が生じることが無く積層成形体を形成することができた。

【0088】次に、この積層成形体を格子状に切断して、電子部品本体の成形体を得た。この積層成形体の両端面には、内部電極層延設部を構成する内部電極パターンの一端が交互に露出していた。

【0089】次に、この電子部品本体の成形体を大気中  $250^\circ\text{C}$  または  $0.1\text{Pa}$  の酸素/窒素雰囲気中  $500^\circ\text{C}$  に加熱し、脱バイ処理を行った。

【0090】さらに、脱バイ後の電子部品本体の成形体に対して、 $10^{-7}\text{Pa}$  の酸素/窒素雰囲気中、 $1250^\circ\text{C}$  で2時間焼成し、さらに、 $10^{-2}\text{Pa}$  の酸素窒素雰囲気中にて  $900^\circ\text{C}$  で4時間の再酸化処理を行い、電子部品本体を得た。焼成後、セラミック焼結体の端面に  $\text{Cu}$  ペーストを  $900^\circ\text{C}$  で焼き付け、さらに  $\text{Ni}/\text{Sn}$  メッキを施し、内部電極層と接続する外部電極を形成した。

【0091】このようにして得られた積層セラミックコンデンサの外形寸法は、幅  $0.8\text{mm}$ 、長さ  $1.6\text{mm}$  であった。また内部電極層に起因する段差はなく、この内部電極層は湾曲することなく平坦であった。

【0092】得られた積層セラミックコンデンサについて、1000個の試料を40倍の双眼顕微鏡にて観察し、積層セラミックコンデンサの端面のクラックの有無を評価した。

【0093】また各300個の試料を焼結体の端面及び側面からそれぞれ研磨し、内部電極層周縁部のデラミネーションの有無を評価した。

【0094】また、上記のようにして得られた積層セラミックコンデンサを用いて、試料数各300個について、周波数  $1.0\text{kHz}$ 、測定電圧  $0.5\text{Vrms}$  の測定条件で静電容量を測定し、平均値を算出した。次に、試料数各300個について、温度 ( $\Delta T = 280^\circ\text{C}$ ) のときの耐熱衝撃性試験を  $\text{JIS}$  規格に基づいて行い、クラックの発生数を評価した。

【0095】また、積層セラミックコンデンサ各10個を断面研磨した後、熱エッチングし、電子顕微鏡 (SEM) 観察を行い、このSEM写真を画像解析して容量部および非容量部を構成する誘電体磁器層中の気孔率を求めた。また、ガラス量は  $\text{Si}$  について分析電子顕微鏡 (EPMA) を用いて測定し、標準試料の組成を基準にして求めた。

【0096】ここで作製した積層セラミックコンデンサの容量部を構成する誘電体粒子の平均粒径はいずれの試

料においても0.42 $\mu$ mであった。

【0097】また、誘電体グリーンシートに用いた誘電体粉末(BaTiO<sub>3</sub>粉末)とガラス粉末、および誘電体ペーストに用いた誘電体粉末(BaTiO<sub>3</sub>粉末)とガラス粉末の平均粒径は、ステージ上に分散させた粉末

を100個について電子顕微鏡により測定し、その平均値を算出した。以上の結果をまとめて表1に示した。

【0098】

【表1】

試験No	焼成前			焼成後			特性等					
	誘電体グリーンシート中のガラス添加量	誘電体ペースト中の誘電体粉末の平均粒径 μm	誘電体ペースト中のガラスの酸化率 ℃	容量部のガラス成分含有量 重量%	非容量部の誘電体成分含有量 重量%	非容量部の誘電体粒子の平均粒径 μm	容量部の気孔率 %	非容量部の気孔率 %	静電容量 μF	焼成後クラック(外観)	デミネーション(内部)	耐熱衝撃試験 (ΔT175℃) 280℃
1	1	0.4	680	0.9	1.11	0.42	1.2	0.9	5	1/1000	0/300	1/300
2	1	0.4	680	0.9	1.4	0.42	1.2	0.7	5	0/1000	0/300	1/300
3	1	0.4	680	0.9	2.7	0.42	1.2	0.6	5	0/1000	0/300	1/300
4	1	0.4	680	0.9	4.4	0.42	1.2	0.5	5	0/1000	0/300	1/300
5	1	0.4	680	0.9	9.3	0.42	1.2	0.6	5	0/1000	0/300	1/300
6	1	0.4	680	0.9	14.1	0.42	1.2	0.7	5	0/1000	0/300	1/300
7	1	0.4	680	0.9	18.9	0.42	1.2	0.8	5	0/1000	0/300	1/300
8	1	0.4	680	0.9	23.6	0.42	1.2	1	5	0/1000	0/300	1/300
9	3	0.4	680	2.6	4.3	0.42	1	0.8	4.95	0/1000	0/300	2/300
10	5	0.4	680	4.4	6.2	0.42	0.6	0.4	4.9	0/1000	0/300	1/300
11	1	0.4	580	0.9	0.9	0.42	1.2	0.9	5	1/1000	1/300	3/300
12	3	0.4	580	2.7	2.7	0.42	1	0.4	4.55	0/1000	0/300	2/300
13	3	0.2	680	2.7	2.7	0.28	0.7	0.5	4.95	1/1000	0/300	3/300
14	3	0.3	680	2.7	2.7	0.35	0.8	0.6	4.55	2/1000	1/300	4/300
15	1	0.2	680	0.9	2.7	0.28	1.2	0.5	5	0/1000	0/300	0/300
16	1	0.3	680	0.9	2.7	0.35	1.2	0.6	5	0/1000	0/300	0/300
*17	1	0.4	680	2.7	2.7	0.42	1.2	1.2	5	5/1000	2/300	10/300
*18	1	0.4	680	0.9	0.42	0.42	1.2	2.1	5	12/1000	9/300	19/300
*19	1	0.5	680	0.9	0.9	0.63	1.5	1.7	5	4/1000	3/300	11/300

\*印は本発明の範囲外を示す試料である。

【0099】表1の結果から、非容量部を構成する誘電体磁器層中のガラス量を容量部を構成する誘電体磁器層中のガラス量よりも多くした試料No. 1~10では、試料No. 9および10において、誘電体磁器層中のガラス量により静電容量の僅かな低下が見られたものの、

焼成後の非容量部の気孔率が容量部の気孔率よりも低くなり、焼結性が高くなっていた。そして、クラックやデラミネーションが殆ど見られず、特に、耐熱衝撃試験においても、クラックの増加が見られなかった。

【0100】また、非容量部および容量部を構成する誘



電体磁器層中のガラス量を同量として、誘電体ペースト中のガラス粉末の軟化点を誘電体グリーンシート中のガラス粉末よりも低減した試料N o. 11、12においても、焼成後の非容量部の気孔率が容量部の気孔率よりも低くなり、クラック、デラミネーション、耐熱衝撃試験を改善できた。

【0101】さらに、非容量部および容量部を構成する誘電体磁器層中のガラス量を同量として、誘電体ペースト中の誘電体粉末の平均粒径を誘電体グリーンシート中の平均粒径よりも小さくした試料N o. 13、14においても、気孔率が小さくなり、焼成後のクラック、デラミネーションを改善できた。

【0102】そして、誘電体ペースト中の誘電体粉末の平均粒径を誘電体グリーンシート中の平均粒径よりも小さくし、且つ非容量部を構成する誘電体磁器層中のガラス量を容量部を構成する誘電体磁器層中のガラス量よりも多くした試料N o. 15～16では、積層セラミックコンデンサの静電容量を高め、焼成後のクラック、デラミネーション、および耐熱衝撃試験( $\Delta T$ クラック)を無くすことができた。

【0103】一方、非容量部および容量部を構成する誘電体磁器層中のガラス量、ガラス粉末の軟化点、および誘電体粒子の平均粒径を同じにした試料N o. 17では、非容量部と容量部との焼成収縮率が近く、気孔率が同じであったことから、内部電極層延設部の高い焼成収縮率のために、内部電極層延設部と誘電体磁器層との界面の接合強度が弱くなり、クラックやデラミネーションが増し、特に、機械的強度が弱いことから耐熱衝撃試験において、クラックの発生数が増加した。

【0104】また、非容量部となる誘電体ペースト中のガラス添加量を容量部となる誘電体グリーンシート中のガラス添加量よりも少なくした試料N o. 18ならびに誘電体ペーストに用いる誘電体粉末の平均粒径を大きく

した試料N o. 19では、焼成後の非容量部の気孔率が容量部の気孔率に比較して小さくなり、クラックやデラミネーションがさらに増加した。

#### 【0105】

【発明の効果】以上詳述した通り、内部電極層と内部電極層延設部が実質的に段差のない同一平面を形成するとともに、非容量部を構成する誘電体磁器層を、容量部を構成する誘電体磁器層よりも高い焼結性を有する磁器で構成したことにより、非容量部における内部電極層延設部に起因する段差を無くすことができ、また、容量部に比較して、非容量部の焼結性が高いことから、誘電体磁器層と内部電極層との界面近傍の機械的強度が高くなり、内部電極層周辺のデラミネーションやクラックを防止できる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の積層型電子部品の概略断面図である。

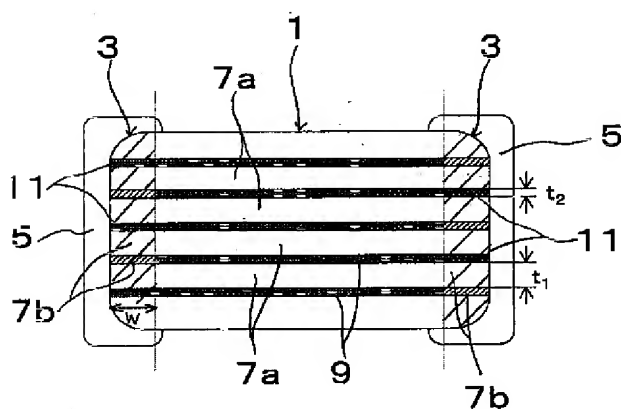
【図2】本発明の積層型電子部品を構成する容量部および非容量部を拡大した模式図である。

【図3】本発明の積層型電子部品を製造するための工程図である。

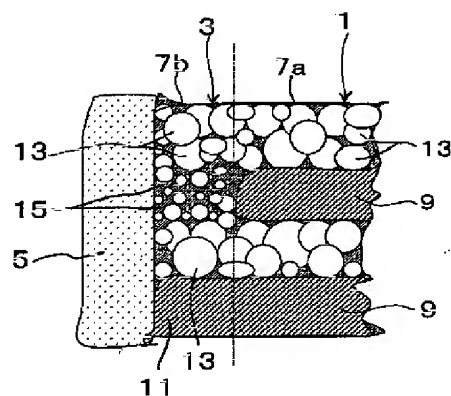
#### 【符号の説明】

- 1・・・容量部
- 3・・・非容量部
- 5・・・外部電極
- 7a、7b・・・誘電体磁器層
- 9・・・内部電極層
- 11・・・内部電極層延設部
- 13・・・誘電体粒子
- 15・・・ガラス相
- 21・・・誘電体グリーンシート
- 23・・・内部電極パターン
- 25・・・誘電体パターン

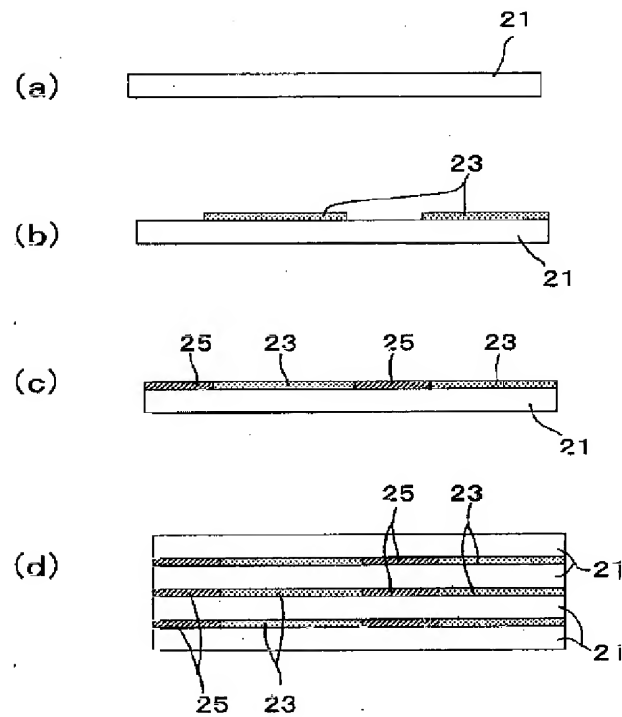
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4F100 AA34 AD00 AG00A AG00C  
AG00E AL05 AR00B AR00D  
AR00E BA02 BA03 BA04  
BA05 BA08 BA10A BA10C  
BA10D BA10E DE01A DE01C  
DE01E EJ42 EJ422 EJ48  
EJ48A EJ48C EJ48E EJ482  
EJ86 EJ862 JG05A JG05C  
JG05E JG06A JG06C JG06E  
JG10B JG10D JG10E JK20  
JL11  
5E001 AB03 AH01 AH09 AJ01 AJ02  
5E082 AA01 AB03 FG06 FG26 FG46